

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-195327 (2757259)  
 (43)Date of publication of application : 07.08.1989

(51)Int.CI. G01F 1/68  
 G01P 5/12

(21)Application number : 63-309785  
 (22)Date of filing : 07.12.1988

(71)Applicant : HONEYWELL INC  
 (72)Inventor : HIGASHI ROBERT E  
 HOLMEN JAMES O  
 JAMES STEVEN D  
 ROBERT G JONSON  
 RIDLEY JEFFREY A

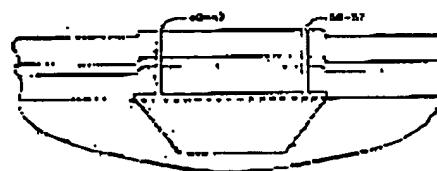
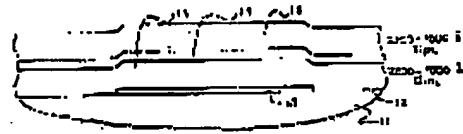
(30)Priority  
 Priority number : 87 129204 Priority date : 07.12.1987 Priority country : US

**(54) MIDDLE STRUCTURE BODY OF THIN-FILM MICRO SENSOR FOR MEASURING FLOW RATE AND METHOD FOR MANUFACTURING MICRO SENSOR**

**(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To prevent contamination being adhered and at the same time increase chip strength by forming a slot reaching a pit through Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> layer vertically and sealing the slot.

**CONSTITUTION:** A sacrifice thin-film layer 13 made of Al that is approximately 400&angst; thick, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> layer 14, and Pt layer 15 and Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> layer 16 where a heater resistance element is formed are laminated successively on a wafer substrate 11 made of single crystal Si with (100) plane. Then, long and narrow slots 40-47 and 50-57 reaching the layer 13 through the layers 16-14 are formed at the inside slightly away from the edge part of the layer 13 and the layer 13 is subjected to acid etching, thus forming a cavity that is approximately 400&angst; deep. Then, anisotropic etching is made, for example, by KOH through the slots and cavity, a pit for insulating heat is formed in the wafer 11, and the slots are sealed, for example, by polyimide film.



**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12)特許公報 (B2)

(11)特許番号

第2757259号

(45)発行日 平成10年(1998)5月25日

(24)登録日 平成10年(1998)9月13日

(51) Int.Cl.<sup>a</sup>  
 G 0 1 F 1/68  
 G 0 1 P 5/12

識別記号

F I  
 G 0 1 F 1/68  
 G 0 1 P 5/12

C

請求項の数18(全 7 頁)

(21)出願番号 特願昭63-309785

(22)出願日 昭和63年(1988)12月7日

(65)公開番号 特開平1-195327

(43)公開日 平成1年(1989)8月7日  
審査請求日 平成7年(1995)11月28日

(51)優先権主張番号 129204

(32)優先日 1987年12月7日

(33)優先権主張国 米国(US)

(73)特許権者 99999999  
 ハネウエル・インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国 55408 ミネソタ州ミ  
 ネアポリス・ハネウエル・プラザ(番地  
 なし)

(72)発明者 ロバート・イー・ヒガシ  
 アメリカ合衆国ミネソタ州ショアウッド  
 マナーロード20220

(72)発明者 ジェームス・オー・ホルメン  
 アメリカ合衆国ミネソタ州ミネトンカ  
 シニックレーンサウス16802

(72)発明者 スチーブン・デー・ジェームス  
 アメリカ合衆国ミネソタ州エディナウ  
 エスト 54番ストリート 3801

(74)代理人 弁理士 山川 政樹(外3名)

審査官 沿田 義孝

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体およびマイクロセンサの製造方法

1

## (57)【特許請求の範囲】

【請求項1】<110>方向を有しかつ(100)平面を有する単結晶シリコンウェハと、  
 このウェハの平面上に形成されかつシリコンおよび窒化シリコンをほとんどエッティングしないエッティング液がエッティングされる犠牲薄膜層と、  
 前記犠牲薄膜層および残りのシリコン平面上に形成された窒化シリコン薄膜層と、  
 前記窒化シリコン薄膜層上で前記犠牲薄膜層の上部に形成された1つ以上の薄膜抵抗素子と、  
 前記薄膜抵抗素子および前記窒化シリコン薄膜層上に形成された別の窒化シリコン薄膜層と、  
 前記窒化シリコン薄膜層を貫通し前記犠牲薄膜層に連する1つ以上のスロットからなることを特徴とする流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

2

【請求項2】前記犠牲薄膜層は、アルミニウム薄膜で形成されていることを特徴とする請求項1に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

【請求項3】犠牲薄膜層の厚さは、約400Åであることを特徴とする請求項1に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

【請求項4】前記犠牲薄膜層のエッジ部は、前記シリコン結晶の<100>方向と直交することを特徴とする請求項1に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

【請求項5】前記1つ以上の薄膜ヒータ抵抗素子は、薄膜ヒータ抵抗素子と、その両側に形成された第1および第2の薄膜抵抗流速センサとからなることを特徴とする請求項1に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

10

【請求項 6】前記スロットは、前記犠牲薄膜層のエッジ部近辺のやや内側に離れた位置に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

【請求項 7】前記スロットは、細長い形状をしていることを特徴とする請求項 1 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

【請求項 8】<110>方向を有しつつ (100) 平面を有する単結晶シリコンウエハの平面上に選択エッティング可能な材料からなる犠牲薄膜領域を形成し、

前記選択エッティング可能な材料上および残りのシリコンウエハの平面上に空化シリコン薄膜を形成し、

前記空化シリコン薄膜上で前記犠牲薄膜領域の上部に 1 つ以上の薄膜抵抗素子を形成し、

前記薄膜抵抗素子および空化シリコン薄膜上に、さらに、空化シリコン薄膜を形成し、

前記空化シリコン薄膜を貫通して犠牲薄膜層に達する 1 つ以上のスロットを形成し、

前記犠牲薄膜層を除去してその場に浅い空洞を形成すべく前記スロットを通して選択エッティングし、

前記スロットおよび前記空洞を通してシリコンウエハに熱遮断用のピットを異方性エッティングにより形成する製造工程からなることを特徴とする流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項 9】前記犠牲薄膜層は、アルミニウム薄膜で形成することを特徴とする請求項 8 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項 10】犠牲薄膜層の厚さを約 400 Å とすることを特徴とする請求項 8 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項 11】前記犠牲薄膜領域を矩形状にすることを特徴とする請求項 8 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項 12】前記犠牲薄膜領域のエッジ部を前記シリコン結晶の<110>方向と直交させることを特徴とする請求項 8 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項 13】前記空化シリコン薄膜の厚さを前記犠牲薄膜層より厚くすることを特徴とする請求項 8 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項 14】前記 1 つ以上の薄膜ヒータ抵抗素子は、白金薄膜で形成することを特徴とする請求項 8 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項 15】前記 1 つ以上の薄膜ヒータ抵抗素子は、薄膜ヒータ抵抗素子と、その両側に形成された第 1 および第 2 の薄膜抵抗流速センサとからなることを特徴とする請求項 8 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項 16】前記スロットを前記犠牲薄膜層のエッジ部近辺のやや内側に離れた位置に形成することを特徴と

する請求項 8 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項 17】前記スロットは細長い形状であることを特徴とする請求項 8 に記載のマイクロセンサの製造方法。

【請求項 18】前記スロットにポリイミド膜を形成して封止することを特徴とする請求項 8 に記載のマイクロセンサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は流速計測用薄膜マイクロセンサおよびその製造方法に関する。

【発明の背景と概要】

製造の中間工程における構造体は、アルミニウムの犠牲薄膜層や他のエッティング可能な層を表面の一部に持つシリコン単結晶基板チップである。そして、かかる層は後の工程で形成されるダイアフラムの位置を定める。このアルミニウムの犠牲薄膜層とシリコンチップ表面の残部はダイアフラムを構成する空化シリコンの薄膜で覆われる。本願明細書において、犠牲（薄膜）層とは、製造プロセスにおける後工程で除去される層をいう。

マイクロブリッジ流量計は製造過程で生ずる様々な薄片や物質がヒータとセンサ間の熱的遮断のための空洞（キャビティやエッチャピット）に蓄積するのを防止しなければならない。さらに、デバイスの製造を前面からのエッティングで行なえることおよびシリコンチップエッジを流体の流れ方向に対して直角にすることが必要である。

ダイアフラムの下部にエッティングにより形成した空洞を有する封止された（シールドオフ）空化シリコンマイクロダイアフラムについては、豊田中央研究所の杉山氏らの著による IEDM1986、ページ184-187の「マイクロダイアフラム圧力センサ」に示されている。

この記事に開示の 80 ミクロン × 80 ミクロンの角形空化シリコンダイアフラムを有するマイクロダイアフラム圧力センサはマイクロマシニング技術によって製造される。

主たる特徴は、プレーナ形圧力センサがシリコンウエハの (100) 面上に片面処理技術（シングルサイドプロセシング）だけで形成される点にあると官われた。ダイアフラムと基準圧力チャンバはダイアフラムとシリコン基板の間をアンダーカットエッティングすることによって形成される。

ポリシリコンの如き厚さ 1500 Å の中間層が界面上に、すなわち、シリコン表面上で、かつ、ダイアフラムの下に形成される。ポリシリコンに達するエッチホールがダイアフラムに開けられ、異方性エッチャント KOH がポリシリコンの中間層を除去するためと、ダイアフラム下のシリコン基板を異方性エッティングするために使用される。

杉山発明の圧力センサダイアフラム構造と本発明の構

(3)

第2757259号

5

造とにはいくつかの類似点があるが、本発明の構造は杉山発明の製法では造れない点で大きな差異がある。両者ともエッティングにより除去される犠牲層を利用する点、前面からエッティングを行う点ならびにセンサ抵抗を有するダイアフラムの下部のシリコン内に異方性エッティングによりピットを形成する点で類似している。

しかも、最も重要な差異は、杉山発明のエッチャントは本発明のピットに比して面積で約6%、体積で約1~2%のものにすぎないことである。

さらに、杉山発明のダイアフラムはヒータがなく、また、熱する必要がない。これに対し、本発明のものはダイアフラムにヒータ素子が形成され、シリコンチップの周囲温度より、典型的には、160°C高く熱する必要がある。

第三として、杉山発明の圧力センサはポリシリコン犠牲層とシリコン層を除去してピラミッド形のピットを形成するのに単一のエッチャントと単一のエッティング工程を用いる。後で詳細に述べるが、本発明では酸エッチャントにより金属犠牲層のみを選択的に除去した後、アルカリ異方性エッチャントによりピットの形成部のシリコン層のみを選択的に除去する。これによって、大きくて、浅く、しかも、底面の平らなピットを正確に、かつ、流速センサ用の薄い0.010インチのウエハを傷めずに行なうことが可能である。

このようなピットは杉山発明の方法では形成不可能であり、本発明のような大きな領域のピットを形成しようとするとピラミッド状のピットは薄いウエハを完全に貫通してしまう。

ウエハの完全貫通はチップの強度を低下させ、また、チップをパッケージに固定するのに使用するエポキシやハンドがピットへ湧出して、予期し得ない熱伝導係数の変化をもたらすので容認できるものではない。杉山発明の圧力センサは永久真空空洞にする必要があり、このため、たった0.15ミクロンの狭いエッチャントチャネルをシールするのに非常に低圧で不浸透性の空化シリコン層をプラズマ法で形成してつくる。これに対し、本発明においては水分やごみの侵入を防止する程度にシールした空洞でよく、ピット内の圧力をほぼ大気圧にしてダイアフラムの破壊を防止し、かつ、ダイアフラムの熱伝導係数の変化を避けている。

杉山発明の0.15ミクロンの狭い幅のエッチャントチャネルでは、エッチャントにより本発明の如き大きな空洞を短時間で形成することは難しい。それゆえ、本発明では空化シリコンダイアフラム中にスロット列を設ける。そして、それぞれのスロットは、典型的には、幅2.0ミクロン、長さ5~50ミクロン、深さ1ミクロンである。

このスロット列はエッチャントを用いて金属犠牲を取り除き、短時間でピットを形成するためのエッティングを行うのに適した構成である。

本発明における2.0ミクロン幅のスロットは厚さ約1

6

ミクロンの空化物のダイアフラムを垂直に貫いてピットに達している。これに対し、杉山発明の0.15ミクロン幅のチャネルは空洞に至るまで数ミクロンにわたり水平に延びている。杉山発明の0.15ミクロンチャネルはその出口を横切って空化層を垂直に形成することによりシールされている。このプロセスにおいてチャネルの閉鎖の割合は一定である。なぜなら、空素分子は水平な膜形成面と常に直接アクセスするからである。しかし、杉山発明の空化シリコンのプラズマによる形成法においては、本発明のような2.0ミクロン幅のスロットを短時間でシールすることはできない。これはプラズマによる空化物の生成はスロットを閉鎖する際、スロットの垂直方向の面へのスピードが遅く、閉鎖に至る前に外部の水平面へ折出する傾向が強いためである。従って、本発明ではスロットはポリイミドの粘性溶融物を表面に素早く流して薄膜層を形成し、これによりシールされる。これを堅く焼いて機械的強度のある層にする。しかし、この層はダイアフラムを完全に覆うものではない。この層はスロット部のみに形成することができる。このように、比較的大きく、かつ独特な形状の空洞を形成する必要から、本発明では独特なダイアフラム構造と、独特な製法が必要になったのである。

#### 【実施例】

第1図に上層の平面図を示す。流量計測のためのマイクロセンサチップは(100)単結晶シリコンチップ、すなわち、ウエハ基板11上に形成される。第2図は第1図には示されない層が示されている。第2図は犠牲アルミニウム層の除去ならびにシリコンピットの形成前の製造工程の中間段階における構造を示す。単結晶シリコン基板11(100)面12を有し、この面上に望ましくは厚さが400オングストリームのスパッタにより形成されるアルミニウムなどの選択エッティング可能な犠牲薄膜層13が最初に形成される。望ましい一つの実施例ではこの層13は一边が約325ミクロンの正方形である。

アルミニウムは後にエッティングによりシリコン中に形成される浅いピットの領域の位置を定める。アルミニウムの輪郭(デリニエーション)のエッジ部は最終のエッチャントの境界を正確に定めるべく<110>方向と直角にされる。

もし直角方向にされないとアルミニウムの輪郭(デリニエーション)自体がエッチャントの境界を定め得ない。面12、アルミニウム層13の上には厚さが2500Åから7000Åの空化シリコンの如き絶縁薄膜層14がスパッタにより形成される。白金15の如き薄膜抵抗層が空化シリコン層14の上にスパッタにより形成される。

これは従来の手法による。白金層は、好ましくは800Å程度の厚みである。空化ステップの上に抵抗線を設けるのにエッジに傾斜を形成する必要はない。なんとなれば、最初のアルミニウムのステップは小さく、容易に空化層で覆うことができるからである。金属抵抗層は電気

的導通状態と化学的バシベーションを達成すべく400Åの塗化ステップ上に形成される。回路の描写後、さらに、抵抗回路と層14はスパッタにより形成される塗化シリコン層16により覆われる。

第1図には、接点A,B,C,D,E,F,G,Hが示されている。これらのパッドはチップ上の回路素子との接点を構成し、例えば、抵抗温度センサ20はパッドAとパッドGとの間に、抵抗RAはパッドFとパッドD間、抵抗RBがパッドCとパッドD間に形成される。抵抗RBは従来のはしご状のトリム可能な構成となっている。

これら、抵抗RA、RB、20、そして、ヒータ、センサ(21で示される)等は白金層15によって形成される。ヒータ、センサ21は第3、4、5図に詳細に示されるシリコン中の浅いエッチャピット上の薄いウエーブ、すなわち、ダイアフラム領域22に形成される。このピッドは典型的には100~130ミクロンの深さを持つ。

第3図は塗化物ウエーブ22の詳細図である。

好みの一実施例においてはウエーブ領域22の大きさは一片が約325ミクロンである。

第3図にはヒータ24とそのリード25、26、上流側センサ部30とそのリード31、32、下流側センサ部33とそのリード34、35および、アルミニウム、シリコンのエッティングの際、使用する塗化物ウエーブ22のスロットが示されている。ウエーブの左側のスロット40~47、右側のスロット50~57はアルミニウム境界とピットエッジよりやや内側に位置している(第5図参照)。同様に、スロット60、61、62、63、64、65もアルミニウム境界とピットエッジからやや内側に位置している。これらのスロットはすべて第4、4a、5図に示すように、好みしくは、2~4ミクロンの幅を有している。

第4図は、第3図に示した塗化シリコンウエーブ22の断面図である。ウエーブ上のヒータ24、センサ30、33、そして皮膜を有する塗化シリコンフィルム70は米国特許4,478,076、4,478,077、4,501,144、4,581,928、4,651,564に示されていると同様の薄膜形成技術で形成される。

本発明はウエーブ構造とその形成方法に関するものである。

感熱素子による流速センサは、その使用期間中その素子の熱伝導係数は常に一定でなければならない。使用期間中のウエーブ部への汚れの付着はこの熱伝導係数の変化をもたらし、測定精度を落とすこととなる。

本発明の目的のひとつは、ヒータ、センサの下部のピットスペースをシールすることにより汚れの付着を防止することにある。前面エッティングによってこの目的を達成することは、裏面エッティングにより非常に好みしく、かつ、極めてコスト安となる。

裏面エッティングはアライメントの問題、複雑な処理とパッケージング、それにチップ構造の強度の弱化をもたらす。チップ強度を高めることは理想的な流速センサチップがチップ上の流体の乱流を最小にすべく非常に薄い

構造であることからもわかるとおり重要なことである。

前面からエッティングを行うとき、エッチャピットは小さいので、チップはより薄くすることができ、かつ十分な強度を保てる。

本発明ではピットのエッジの位置、橋部の長さは(11)1)面によるストップ作用により決定される。これは第3図に示したマイクロブリッジの下のアルミニウムフィルムをマイクロブリッジに直交させて配列することにより達成される。

10 アルミニウムフィルムはシリコンピットエッティングの前に選択エッティング液(例えば100硝酸-10アセニック酸-1硝酸)により完全に除去され、マイクロブリッジの下部には浅い400オングストロームの空洞が形成される。

この400オングストロームの空洞のみでは十分な熱の遮断はできない。そのためには、この3000倍の深さのエッチャピットが必要である。

20 アルミニウムによるエッチャントはシリコンおよび塗化されたシリコンからなるマイクロブリッジ構造を著しく浸食することはない。シリコンエッチャントはわずかに空化層を浸食する。400Å程度の空洞を設けると塗化層にダメージを与えずにエッチャントが十分迅速にシリコンを除去できるということは従来明確ではなかった。我々は塗化層のダメージをおさえる十分な手段を見つけていたのである。

一旦、400Åの空洞がわずかでもエッティングされるとシリコン異方性エッチャントはブリッジの下面を平らな連続した(100)面にし、統一して、かつ、全面にわたって迅速にピットの傾斜面である(111)面に制限されつつ下方へのエッティングがおこなわれる。

最終的には寸法の正確なピットとなり、4つの側面は傾斜した(111)面で形成され、底面はダイアモンド形のピットとするのでなければ、エッチャントの時間間隔で決定される深さの(100)面で形成される。マイクロブリッジの正確な長さは最初に描いたアルミニウムの輪郭(デリニエーション)によって決定され、かなりの程度までエッティング時間とは無関係である。

40 このようにしてマイクロブリッジの熱的な遮断がより正確に達成され、ピットを形成するのにより小さな領域で足りる。

すなわち、典型的には、厚さ400Åのアルミニウムの薄膜犠牲層を形成することにより前面からの製法が確立され、シリコン中のピット形成による熱的な分離が達成されたのである。

他のすべての層の形成後、前述したアルミニウムは塗化シリコンウエーブのスロットを通して供給される酸エッチャントにより除去される。

これはシリコンには影響を与えない。

これらのスロットはウエーブのエッジ部に形成されウエーブの温度の高くなる部分から離れている。

ダイアフラムエッジの近辺にスロットを設けることによりヒータを高温にしても温度の高くならないスロットの位置にあるポリイミドにダメージを与えることはない。アルミニウムの除去後、異方性KOHアルカリエッチャントがスロットを通して与えられ、シリコン中に所望の深さのピットが異方性エッティングにより形成される。

この深さは100ミクロン程度のものである。

この工程の後、2~4ミクロン幅のスロットは、ウエハ表面に適当な粘度のポリイミドを流し閉じられる。スロットは薄いミクロンの厚さの不活性のポリイミドからなる層によりカバーされる。

この際、ポリイミドはピット中にはそんなに入り込まない。その後、ポリイミドはスロット近辺を除くすべての領域からホトドリニエーションプロセスにより取り除かれる。

適当なポリイミドの例としては、チバガイギー社の200シリーズ プリイミダイズ ポリイミドのひとつプロピミド(TM) 285がある。これは内部層の維縁のために製造されたものである。

これは平面性を保ちながら拡張でき350°C~450°Cで堅く焼かれ1~2ミクロンの薄膜を形成できる。ポリイミドフィルムの描写(デリニエーション)はSiO2マスクとイオンエッティング(Reactive Ion Etching-RIE)により行うことができる。

マスクはレプリカにより誤差なく形成できる。直線状の側壁はほとんどアンダーカットなく形成される。ポリイミドウエーブは通常のホトリソグラフィ技術で1~2ミクロンの精度で形成できる。

その後、表面上に残留した不純物を取り除くためヒータにより加熱焼却してもよい。

ポリイミドはウエーブのスロット近辺にのみ形成されており、しかも、シリコン基板に近いので温度上昇による損傷の心配はない。

アルミニウム犠牲層のエッジはシリコンの(100)面の<110>方向と直交しているので、ウエーブの境界の外側の塗化シリコンの塗ましくないアンダーカットは阻止される。このようにしてアルミニウム領域は空気流れ方向に直交するピットとチップのエッジを決定してピットの領域を決定する。ヒータの線も気流に対して直交する。

この直交性が流体速度が大きいとき従来の45度方位構造で生じるチップの傾きのバラツキの影響を最小限にする。さらにパッケージプロセスにおけるチップの位置決めの簡易化も達成できる。

上述した実施例は多少の変更は可能であり、例えば、NiFeのような金属層を最終の塗化シリコン層16の表面に加えてもよい。

塗化シリコンは強固ではあるが、やや脆く引き延ばせる金属層の追加により強度を高めることができる。しかし、このような組合せは金属層が全体の熱伝導係数を大きくし流速計測におけるレスポンスを下げるためデメリットもある。

製造工程のステップを以下に示す。

- 10 ① (100)シリコン表面に厚さ400Åのアルミニウム犠牲層を形成する。
- ② 塗化シリコン層を約5000Åの厚さで形成する。
- ③ 結合パッド、ヒータ抵抗、センサ抵抗、回路部を形成する。
- ④ 塗化層を約5000Å厚さで形成する。
- ⑤ ウエーブ中にパッドと塗化層を通してスロット部を形成する。
- ⑥ ボンディングのためにパッド部を金属に所望の厚みに形成する。
- ⑦ アルミニウムをエッティング除去する。
- ⑧ 热遮断用ピットをエッティングにより設ける。
- ⑨ スロット封止用のポリイミドフィルムを形成する。

#### 【発明の効果】

本発明によれば、広くて浅い空洞を正確に形成でき、またその底面も平らにすることもできる。さらに本発明は、ヒータ、センサの下部のピットスペースにより汚れの付着を防止でき、本発明の方法は従来の裏面エッティングによつてもたらされる複雑な製造工程やチップの構造の強度不足等の問題を解決するものである。チップ強度を高めることは流速センサがより薄い構造で精度を高めていることからも重要なことであり、本発明の方法を用いれば、前面からのエッティングを行うことにより、エッティング部を十分な強度に保ちながら形成できる。

#### 【図面の簡単な説明】

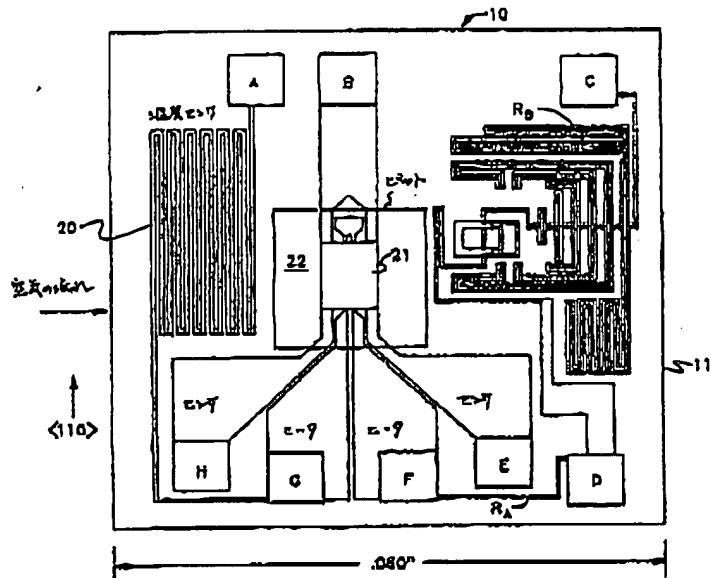
- 20 第1図は、本発明の実施例を示す平面図。
- 第2図は、本発明の実施例の部分断面図。
- 第3図は、本発明の実施例のヒータ、センサ、スロットを示す部分平面図。
- 第4図は、第3図の断面図。第4a図は、第3図のスロット部の封止状態を示す部分断面図。
- 40 第5図はアルミニウム層の除去されたピットの詳細を示す断面図。

24……ヒータ、30、33……センサ  
40~47、50~57……スロット

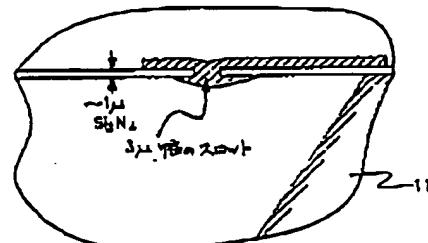
(6)

第2757259号

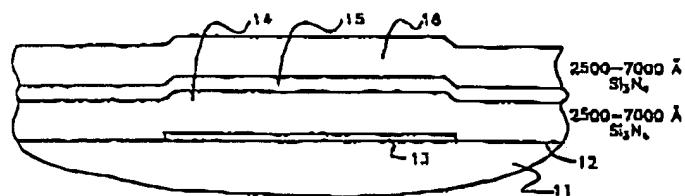
【第1圖】



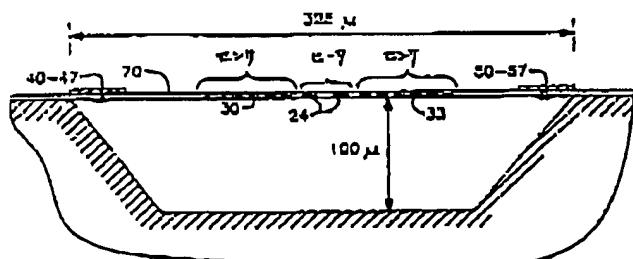
【第4 a 図】



### 【第2圖】



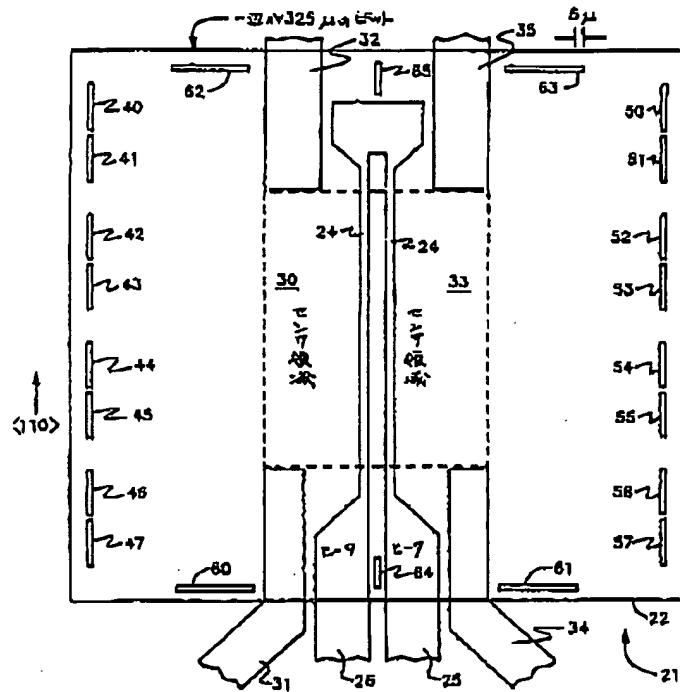
【第4図】



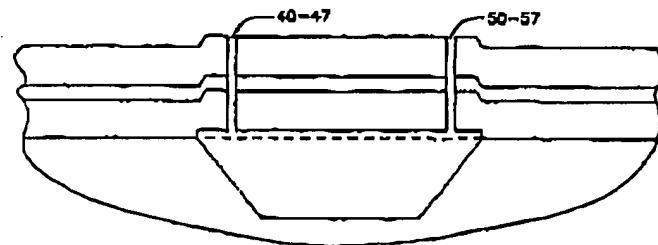
(7)

第2757259号

### 【第3圖】



### 【第5図】



## フロントページの継ぎ

(72) 発明者 ロバート・ジー・ジョンソン  
アメリカ合衆国ミネソタ州ミネトンカ  
マーチサークル12814

(72)発明者 ジェフレイ・エー・リドレイ  
アメリカ合衆国ミネソタ州バーンズビル  
ハイポイントカーブ13021